

PARTIE A



ETUDE PREALABLE DE LA MOTORISATION PRINCIPALE

- Données et notations utilisées
- Mise en situation
- Détermination du couple maximum nécessaire à fournir sur l'arbre moteur.

Ce dossier est constitué de :

- 1 page numérotée A1 [données et notations utilisées]
 - 4 pages numérotées de A2 à A5 [Questionnement]
 - 2 pages numérotées DR A1 et DR A2 [Documents Réponses]
- 5 pages numérotées de DT A1 à DT A5 [Documents Techniques]

Données :

- M_t = masse maximale transportable dans une cabine : 3220 kg.
- M_c = masse d'une cabine à vide : 5215 kg (masse de l'ensemble roulant)
- D_p = diamètre d'enroulement du câble sur la poulie motrice : 2650 mm. (représentée sur le document **DT A4**)
- Inertie des pièces en mouvement (document **DT A1**).
- Relevé topographique du site (document **DR A2**).
- Caractéristiques du réducteur (document **DT A2** et **DT A3**).
- Caractéristiques du câble tracteur : longueur 5520 m, masse linéique 2.65 kg/m.
- V : vitesse d'une cabine exprimée en $m.s^{-1}$
- g (gravité terrestre à l'altitude) : $9.81m.s^{-2}$
- η_{red} (rendement du réducteur) : 0.95
- η_{PC} (rendement du système poulie/câble) : 0.9
- θ = angle d'inclinaison entre la direction horizontale et le câble tracteur (voir document **DR A1**).
- Ω : vitesse angulaire de l'**arbre moteur** exprimée en $rad.s^{-1}$.
- Ω_p : vitesse angulaire de la **poulie motrice**, exprimée en $rad.s^{-1}$

Notations utilisées:

- C_m = Couple nécessaire à fournir sur l'arbre moteur.
- $C_{résistant/mot}$ = Couple résistant à fournir sur l'arbre moteur pour équilibrer la charge.
- C_{dyn} = Couple dynamique ou couple accélérateur à fournir sur l'arbre moteur.
- J_i = Inertie de la pièce i exprimée en son centre de gravité autour de son axe de rotation.
- $J_{i/mot}$ = Inertie de la pièce i ramenée sur l'arbre moteur.
- $\dot{\Omega} = \frac{d\Omega}{dt}$: accélération angulaire de l'arbre moteur exprimée en $rad.s^{-2}$
- Z_i = Nombre de dents de la roue dentée i .

Mise en situation

Les deux cabines sont chargées au maximum. Elles arrivent sur la fin de leur trajet. La cabine aval se déplace donc vers la gare intermédiaire et la cabine amont arrive au Pic du Midi. Suite à une vitesse du vent trop importante, la machine motrice doit être arrêtée et les deux cabines chargées sont stoppées à une position pour laquelle la pente des câbles porteurs, côté Pic du Midi, est maximale (**cas le plus défavorable**). Le redémarrage va avoir lieu en mode dégradé.

On se propose dans cette partie de calculer le couple à fournir sur l'arbre moteur afin de pouvoir redémarrer dans cette position critique.

A.1 Détermination du couple résistant à fournir sur l'arbre moteur pour équilibrer la charge.

On se propose d'étudier l'équilibre statique d'une cabine (voir DR A1). Pour cela, on isole l'ensemble $S_0 = \{\text{cabine} + \text{charge maxi} + \text{chariot} + \text{galets de chariot} + \text{suspente}\}$.

On note :

\vec{P} : Le vecteur qui représente l'action de la pesanteur sur le système isolé. Il est exercé au point **G**.

\vec{R} : Le vecteur qui représente l'action des câbles **porteurs** sur le système isolé. Ce vecteur est considéré perpendiculaire à la direction des câbles. Il est exercé au point **E**.

\vec{T} : le vecteur représentant l'action du brin du câble tracteur sur le système isolé. Ce vecteur est parallèle au câble tracteur. Il est exercé au point **E**.

A.1.1. Représenter sur DR A1 les supports de ces actions.

A.1.2. Ecrire l'équation vectorielle de la résultante.

A.1.3. Ecrire l'équation scalaire de la résultante en projection sur \vec{X} .

A.1.4. Exprimer le vecteur \vec{T} en fonction de M_t , de M_c , de g et de l'angle θ .

A.1.5. Sur le relevé topographique document DR A2, **tracer** le point **A**, lieu où la cabine amont (côté Pic du Midi) supporte la plus grande pente sur les câbles porteurs. **Mesurer** au point **A**, sur le document DR A2 l'angle θ_{Pic} . **Noter** sa valeur en degré dans le rectangle ci-dessous.

A.1.6. Connaissant la position de la cabine amont (point **A**), **tracer** le point **B** position de la cabine aval (côté gare intermédiaire). **Mesurer** au point **B**, sur le document **DR A2** l'angle θ_{inter} . **Noter** sa valeur en degré dans le rectangle ci-dessous.

A.1.7. On note $C_{résistant / poulie}$, le couple résistant à fournir sur la poulie motrice pour équilibrer la charge (les deux cabines chargées en A et B). A partir des 2 angles relevés, **déterminer** ce couple en fonction de D_p . **Effectuer** l'application numérique.

A.1.8. On définit pour le réducteur, le rapport de réduction $K_{10/4} = \frac{\Omega_{10/18}}{\Omega_{4/18}}$ avec $\Omega_{10/18}$ et $\Omega_{4/18}$ les vitesses angulaires respectives de l'arbre de sortie 10 et de l'arbre d'entrée 4 par rapport au carter fixe 18. A l'aide du dessin d'ensemble du réducteur et de sa nomenclature (document **DT A2** et **DT A3**), **déterminer** le rapport de réduction du réducteur.

Montrer que $K_{10/4} = \frac{12}{185}$. Pour la **suite du problème** on posera $K_{10/4} = \frac{\Omega_p}{\Omega} = \frac{12}{185}$

A.1.9. On note $C_{résistant / mot.}$ le couple résistant à fournir sur l'arbre moteur pour équilibrer la charge. **Exprimer** ce couple. **Effectuer** l'application numérique.

A.2 Détermination du couple dynamique.

En mode dégradé, le cahier des charges fixe l'accélération des cabines à $a_{cabine} = 0,3 \text{ m.s}^{-2}$.

A.2.1. Exprimer l'accélération angulaire correspondante sur l'arbre moteur notée $\dot{\Omega} = \frac{d\Omega}{dt}$ en fonction de a_{cabine} . **Calculer** cette accélération.

A.2.2. On rappelle les deux expressions de l'énergie cinétique : $E_C = \frac{1}{2} \cdot M \cdot V_s^2$; $E_C = \frac{1}{2} \cdot J_Z \cdot \Omega_s^2$

M : masse du solide en translation exprimée en kg.

V_s : vitesse de translation du solide exprimée en $m \cdot s^{-1}$.

J_Z : inertie du solide en rotation autour de l'axe \vec{Z} exprimée en $kg \cdot m^2$.

Ω_s : vitesse angulaire du solide en rotation autour de l'axe \vec{Z} exprimée en $rad \cdot s^{-1}$.

On considère l'ensemble **$S_1 = \{ \text{câble} + \text{cabines chargées} \}$** de masse m_s .

Remarque : le câble est considéré comme une masse se déplaçant en translation à la vitesse V d'une cabine.

Exprimer l'énergie cinétique E_C de l'ensemble S_1 en fonction de m_s et de V .

A.2.3. Montrer que l'énergie cinétique précédente peut s'écrire sous la forme :

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot m_s \cdot \left[K_{10/4} \cdot \Omega \cdot \frac{D_p}{2} \right]^2$$

A.2.4. Par conservation de l'énergie cinétique entre le système précédent et l'arbre moteur principal, on

peut écrire la relation suivante : $\frac{1}{2} \cdot J_{S_1/mot} \cdot \Omega^2 = \frac{1}{2} \cdot m_s \cdot \left[\Omega \cdot K_{10/4} \cdot \frac{D_p}{2} \right]^2$.

$J_{S_1/mot}$ représente l'inertie du système S_1 ramenée à l'arbre moteur.

Exprimer $J_{S_1/mot}$, puis calculer sa valeur.

A.2.5. A partir des données du document **DT A1**, **citer** les pièces qui sont prépondérantes en terme d'inertie et **noter** leur inertie ramenée à l'arbre moteur.

En tenant compte du résultat de la question précédente, **déterminer** l'inertie équivalente du système complet rapportée sur l'arbre moteur. On notera cette inertie J_T .

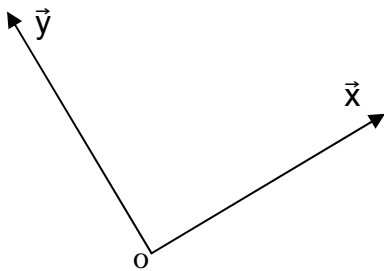
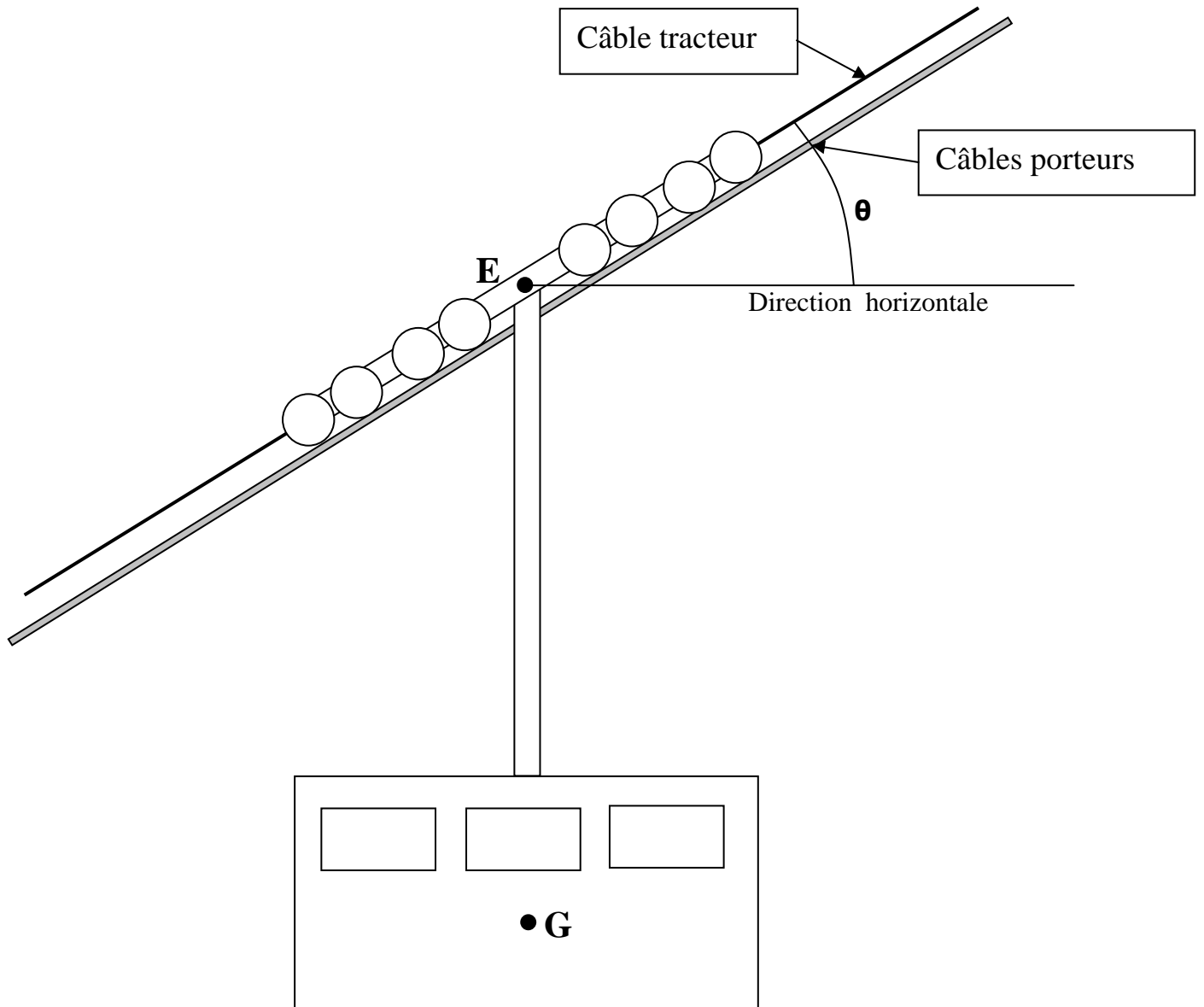
A.2.6. **Exprimer** le couple dynamique C_{dyn} en fonction de J_T et de $\dot{\Omega}$. **Calculer** C_{dyn} .

A.3 Détermination du couple moteur.

A.3.1. On considère la chaîne cinématique {réducteur et système poulies/câble}. **Déterminer** le rendement global de cette chaîne cinématique.

A.3.2. **En déduire** C_m , le couple à fournir sur l'arbre moteur nécessaire au redémarrage dans cette situation critique. **Effectuer** l'application numérique.

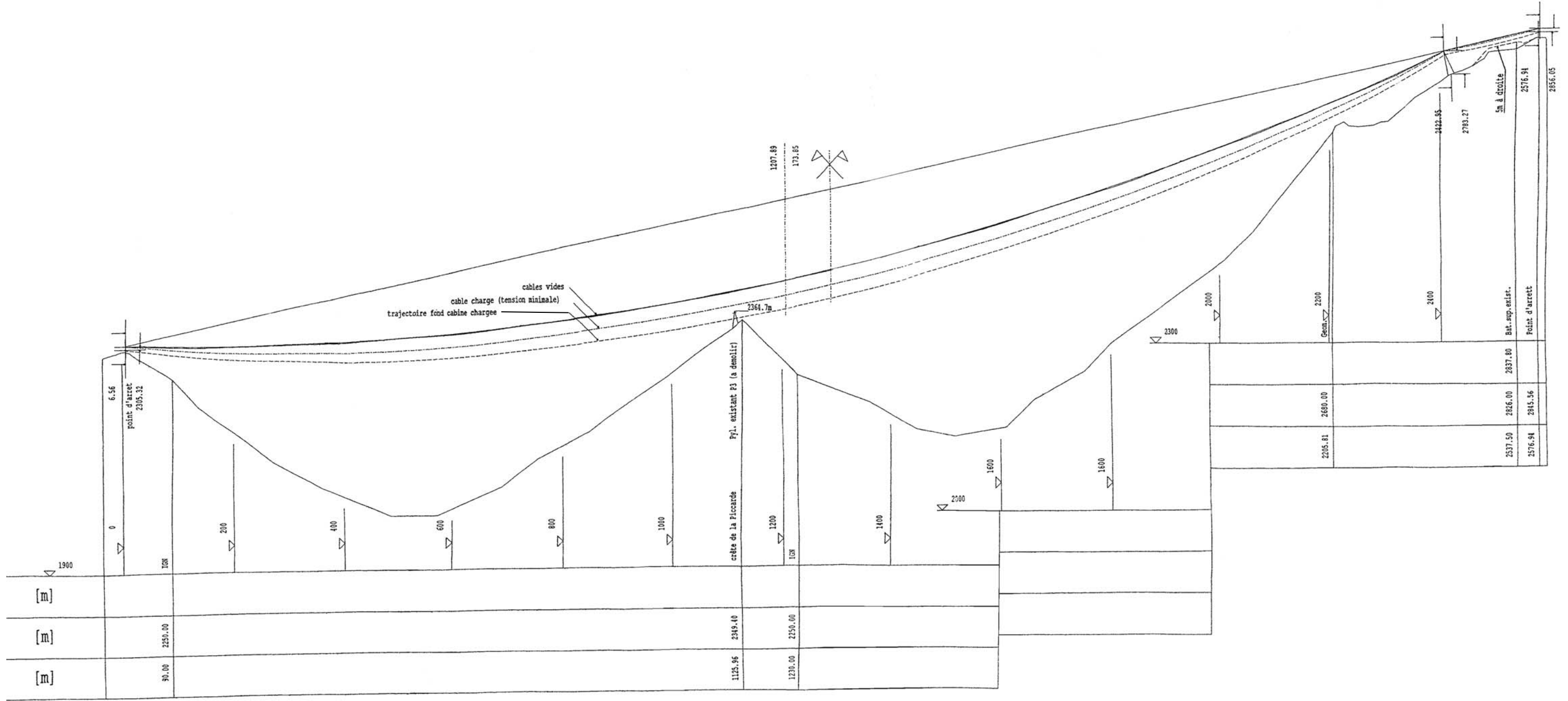
Equilibre d'une cabine



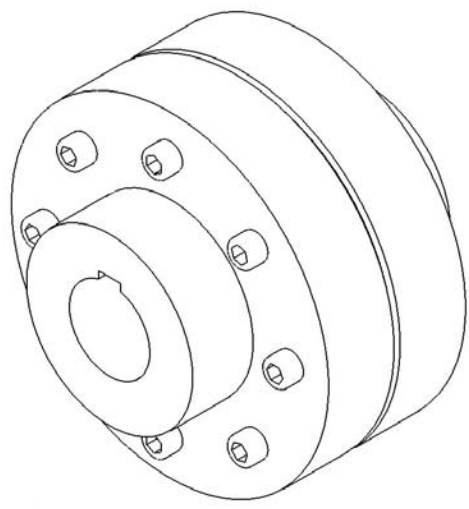
Hypothèse : les câbles sont considérés rectilignes et parallèles.

Remarque : L'axe \vec{x} est parallèle à la direction des câbles

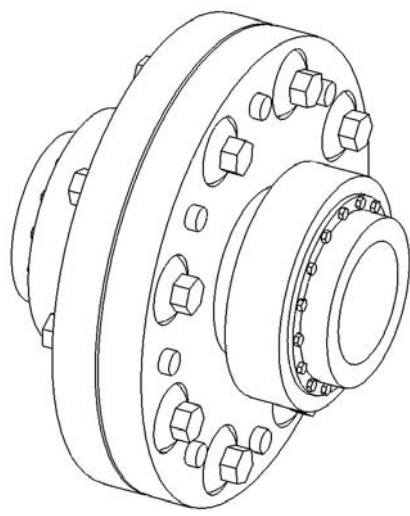
DR A2 : Relevé topographique du deuxième tronçon de la remontée du pic du Midi De Bigorre



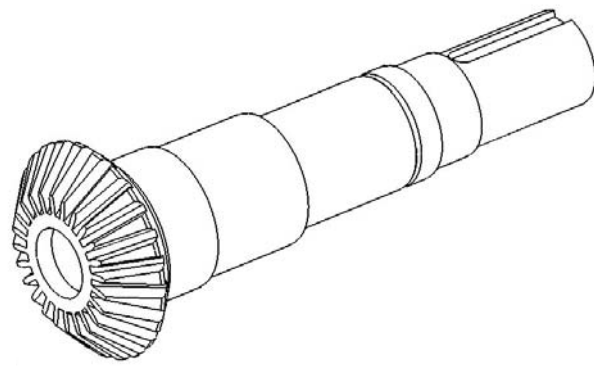
Accouplement moteur-réducteur x 1



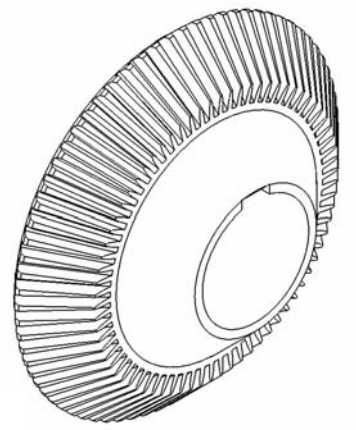
Accouplement réducteur-poulie x 1



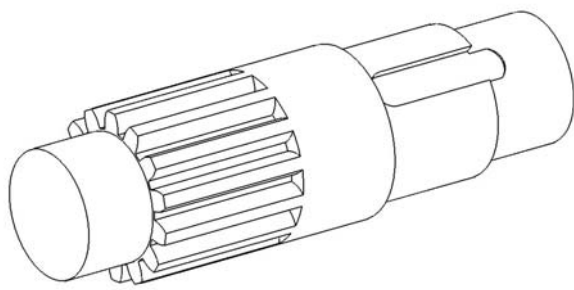
Arbre de roue conique x 1



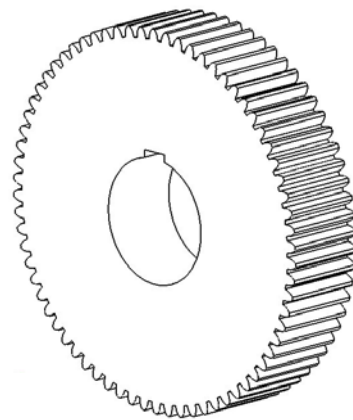
Roue conique x 1



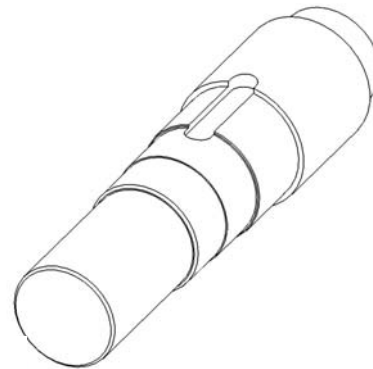
Pignon arbre x 1



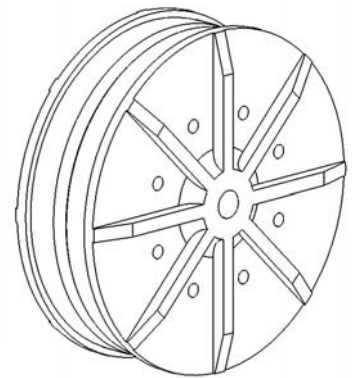
Roue à denture droite x 1



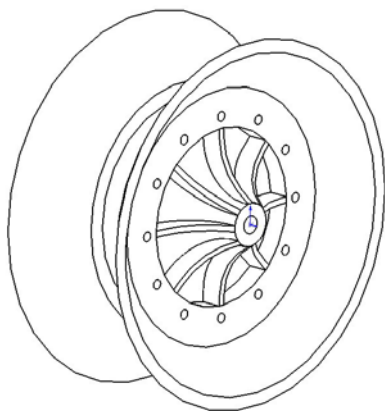
Arbre de sortie du réducteur x 1



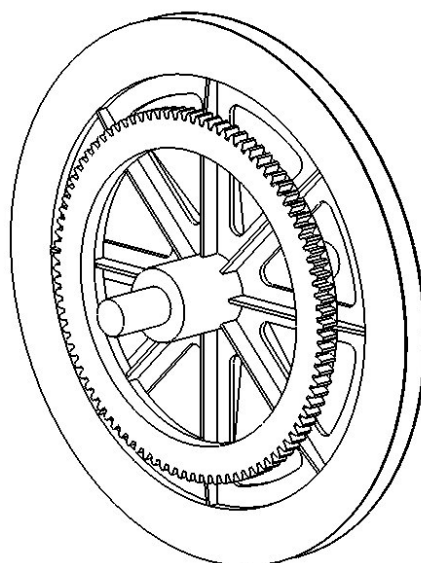
Galet de chariot x32



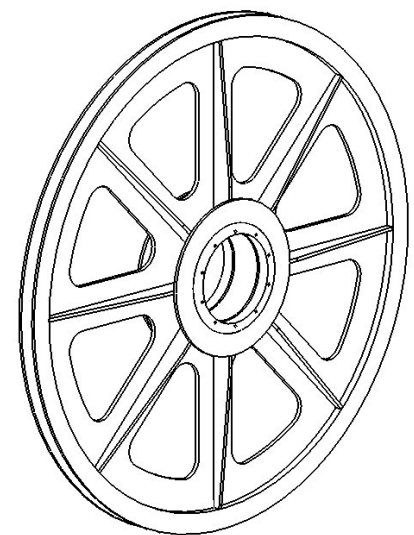
Galet x58



Poulie motrice x 1

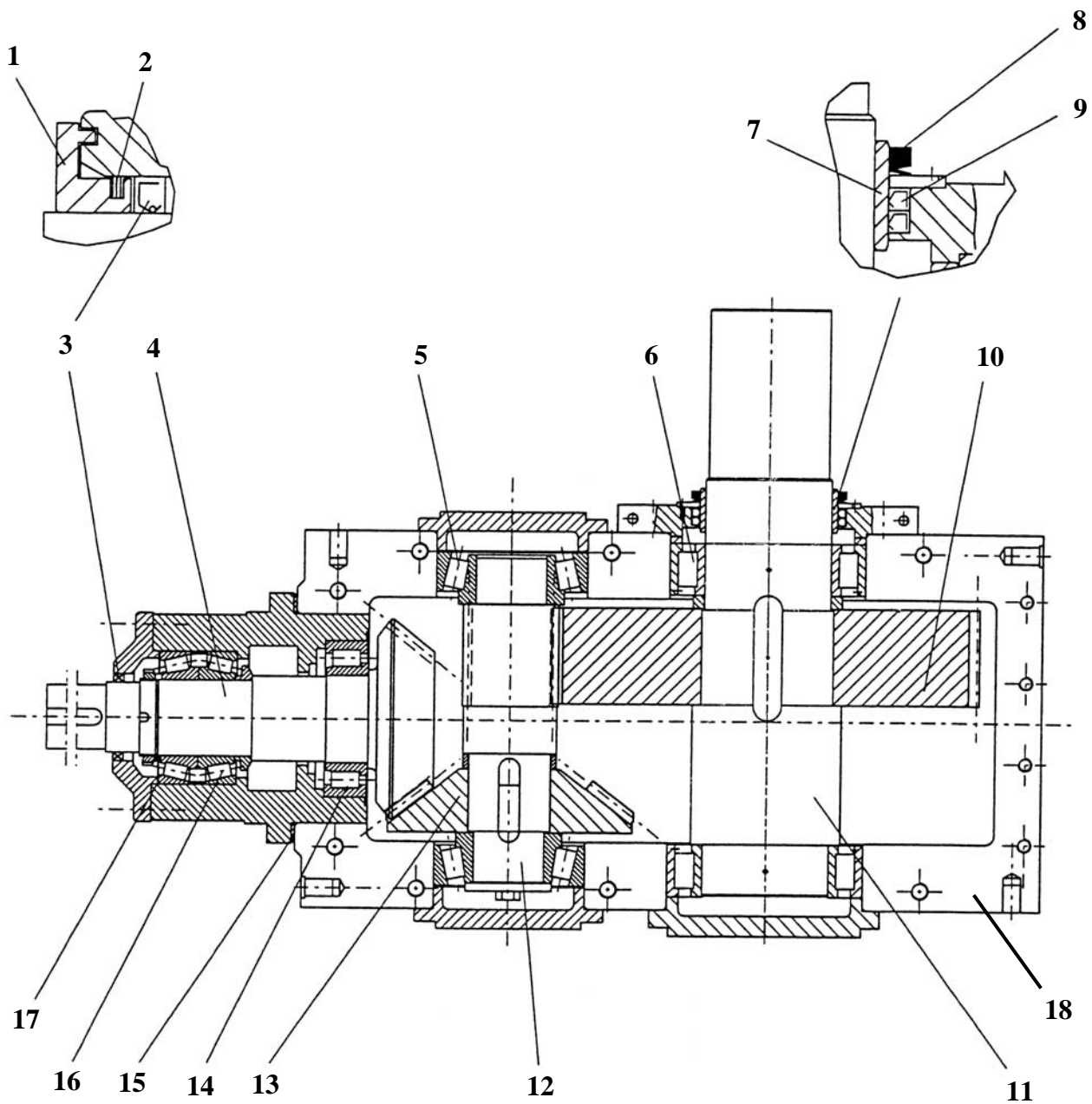


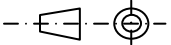
Poulie de renvoi x7

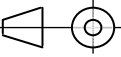


Nota : Désignation x nombre de pièces

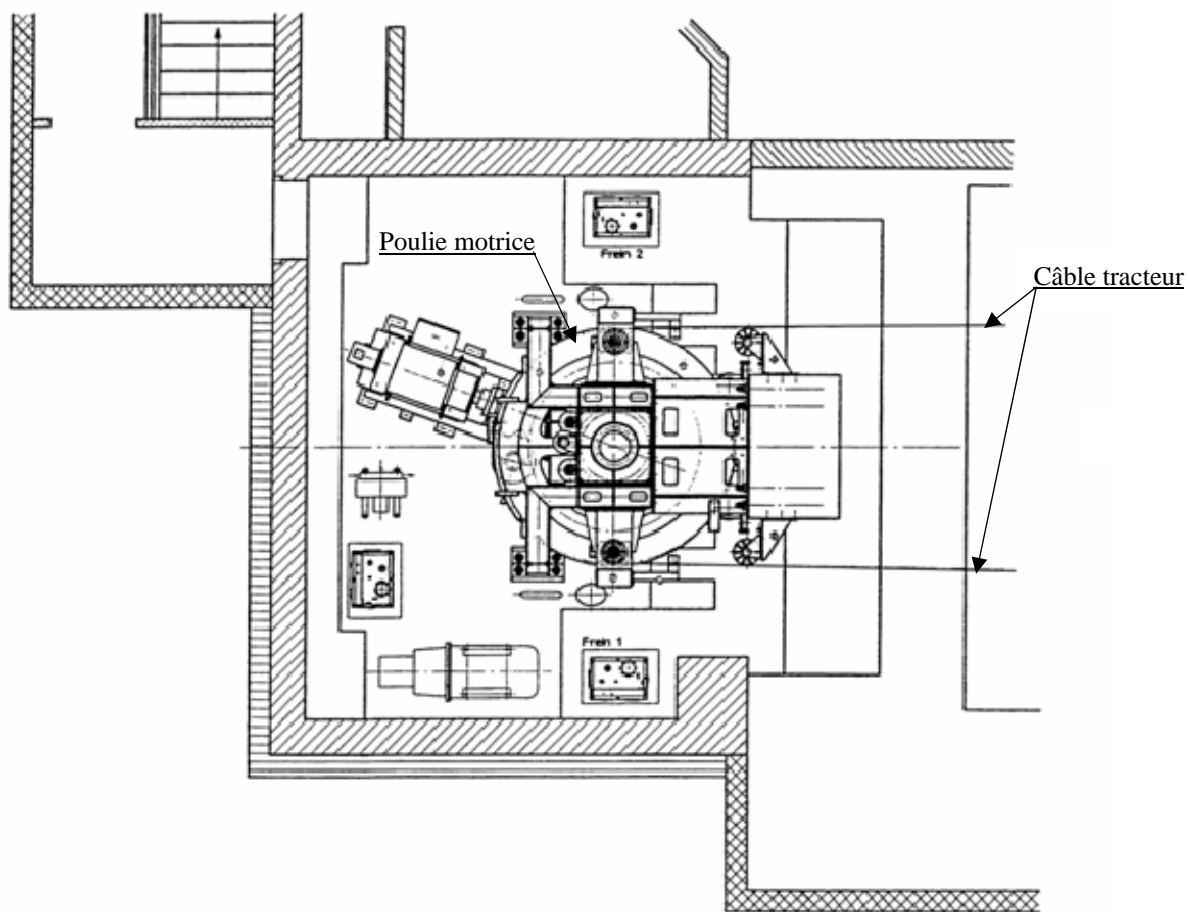
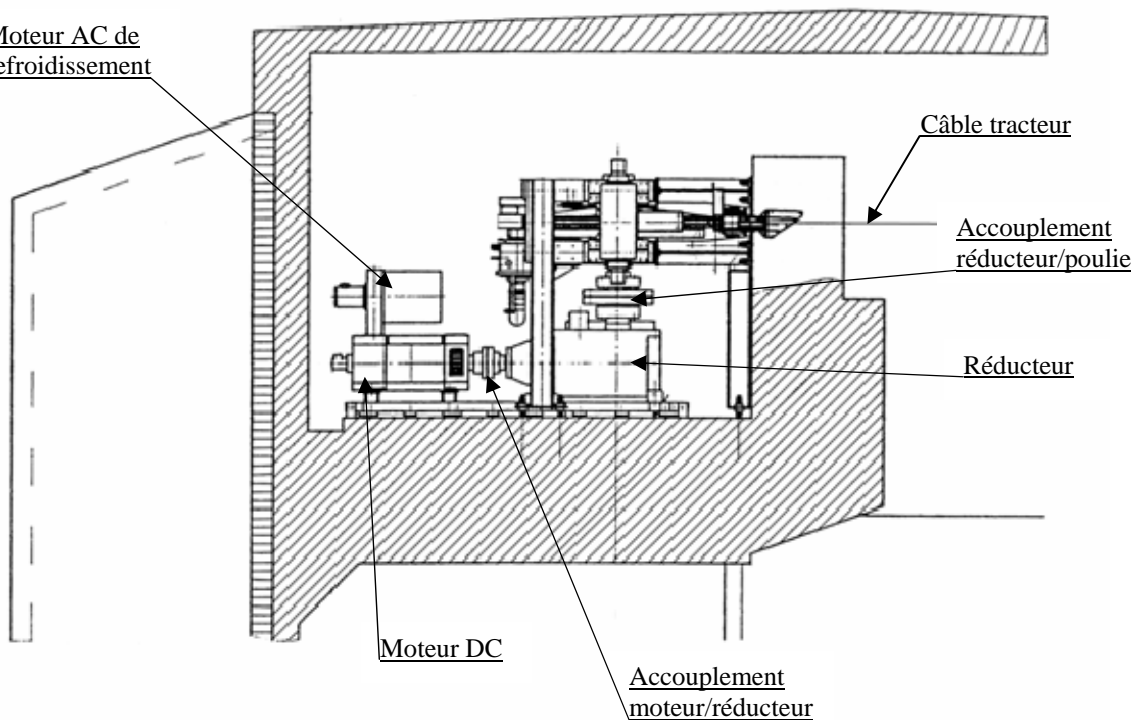
Nom de la pièce.	Masse (kg).	Inertie autour de leur axe de rotation (kg.m ²).	Inertie de la pièce ramenée sur l'arbre moteur (kg.m ²).
Accouplement moteur/réducteur	95	1.11	1.1
Accouplement réducteur/poulie	818	57.8	0.2
Arbre de roue conique	69	0.18	0.18
Roue conique	57	1	0.1
Pignon arbre	65	0.17	0.02
Roue à denture droite	388	25.3	0.1
Arbre de sortie du réducteur	310	1.9	0.007
Galet de chariot	58	1.4	0.2
Galet	42	1.4	0.2
Poulie motrice	5000	5382	22.6
Poulie de renvoi	887	583	3.4
Arbre moteur+induit	220	9.54	9.54



Echelle : 1/11	Concours général des lycées		Année : 2007
	Réducteur FLENDER		Document DT A2
Format : A4	Plan d'ensemble		

36				
35				
34				
32				
31				
30				
29				
28				
27				
26				
25				
24				
23				
22				
21				
20				
19				
18	18	Carter	C30	
17	1	Cale de réglage		
16	2	Roulement à rouleaux cylindriques		
15	1	Bague d'ajustage		
14	1	Roulement à rouleaux cylindrique		
13	1	Roue conique	C40	Z ₁₃ =74
12	1	pignon arbre	C40	Z ₁₂ =14
11	1	Arbre de sortie	C30	
10	1	Roue à denture droite	C40	Z ₁₀ =70
9	2	Joint à lèvres	NBR	TYPE A
8	1	Joint à lèvres à frottement axial V,230A	NBR	V-Ring
7	1	Bague de frottement		
6	2	Roulement à rouleaux cylindriques		
5	2	Roulement à rouleaux coniques		
4	1	Arbre de roue conique	C40	Z ₄ =24
3	1	Joint à lèvres	NBR	TYPE A
2	3	Garniture de friction		
1	1	Anneau porte lamelles	C22	
Rep	Nb	Désignation	Matière	Obs
Type B 2SV		Réducteur FLENDER		
		Concours général des Lycées		
A4		DOCUMENT DT A3		

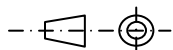
Moteur AC de refroidissement



Echelle : non spécifiée

Concours général des lycées

Année : 2007



Salle des machines du Pic du Midi

Document DT A4

Format : A4

Plan d'ensemble